

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re the Application of:

DONG MIN KANG, ET AL.

Application No.:

Filed:

For: **Microwave Power Amplifier**

Art Group:

Examiner:

Commissioner for Patents  
P.O, Box 1450  
Alexandria, VA 22313-1450

**REQUEST FOR PRIORITY**

Sir:

Applicant respectfully requests a convention priority for the above-captioned application, namely:

COUNTRY	APPLICATION NUMBER	DATE OF FILING
Korea	10-2002-0081473	18 December 2002

A certified copy of the document is being submitted herewith.

Respectfully submitted,

Blakely, Sokoloff, Taylor & Zafman LLP



Eric S. Hyman, Reg. No. 30,139

Dated: 12/14/02

12400 Wilshire Boulevard, 7th Floor  
Los Angeles, CA 90025  
Telephone: (310) 207-3800



별첨 사본은 아래 출원의 원본과 동일함을 증명함.

This is to certify that the following application annexed hereto  
is a true copy from the records of the Korean Intellectual  
Property Office.

출 원 번 호 : 10-2002-0081473  
Application Number

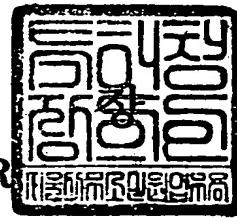
출 원 년 월 일 : 2002년 12월 18일  
Date of Application

출 원 인 : 한국전자통신연구원  
Applicant(s) Electronics and Telecommunications Research Institute



2003 년 06 월 02 일

특 허 청  
COMMISSIONER



## 【서지사항】

【서류명】	특허출원서
【권리구분】	특허
【수신처】	특허청장
【참조번호】	0002
【제출일자】	2002. 12. 18
【발명의 명칭】	초고주파 전력 증폭기
【발명의 영문명칭】	Microwave Power Amplifier
【출원인】	
【명칭】	한국전자통신연구원
【출원인코드】	3-1998-007763-8
【대리인】	
【성명】	신영무
【대리인코드】	9-1998-000265-6
【포괄위임등록번호】	2001-032061-5
【발명자】	
【성명의 국문표기】	강동민
【성명의 영문표기】	KANG,Dong Min
【주민등록번호】	700502-1830511
【우편번호】	305-751
【주소】	대전광역시 유성구 송강동 송강그린아파트 307-108
【국적】	KR
【발명자】	
【성명의 국문표기】	윤형섭
【성명의 영문표기】	YOOH,Hyung Sup
【주민등록번호】	570912-1149422
【우편번호】	305-721
【주소】	대전광역시 유성구 신성동 하나아파트 106-202
【국적】	KR
【발명자】	
【성명의 국문표기】	김해천
【성명의 영문표기】	KIM,Hea Cheon
【주민등록번호】	580805-1025717

**【우편번호】** 305-755  
**【주소】** 대전광역시 유성구 어은동 한빛아파트 103-603  
**【국적】** KR  
**【발명자】**  
**【성명의 국문표기】** 조경익  
**【성명의 영문표기】** CH0,Kyoung Ik  
**【주민등록번호】** 550824-1037318  
**【우편번호】** 305-333  
**【주소】** 대전광역시 유성구 어은동 한빛아파트 119-1201  
**【국적】** KR  
**【심사청구】** 청구  
**【취지】** 특허법 제42조의 규정에 의한 출원, 특허법 제60조의 규정에 의한 출원심사를 청구합니다. 대리인 신영무 (인)  
**【수수료】**  
**【기본출원료】** 16 면 29,000 원  
**【가산출원료】** 0 면 0 원  
**【우선권주장료】** 0 건 0 원  
**【심사청구료】** 5 항 269,000 원  
**【합계】** 298,000 원  
**【감면사유】** 정부출연연구기관  
**【감면후 수수료】** 149,000 원  
**【기술이전】**  
**【기술양도】** 희망  
**【실시권 허여】** 희망  
**【기술지도】** 희망  
**【첨부서류】** 1. 요약서·명세서(도면)\_1통

**【요약서】****【요약】**

본 발명은 초고주파 전력 증폭기에 관한 것으로, 전력소자, 전력소자의 게이트 및 드레인 바이어스 회로, 전력소자의 게이트와 입력포트 사이에 연결된 RC 병렬회로, 전력소자의 게이트와 접지사이에 연결된 션트 저항, 및 저항과 캐패시터가 직렬로 연결되며 전력소자와 병렬로 연결된 부케환 회로를 포함하는 구동 증폭단과, 구동 증폭단에 직렬로 연결된 중간단 정합회로 및 전력 분배기 및 전력 결합기를 이용해 병렬로 연결된 전력소자들, 전력소자들의 게이트 및 드레인 바이어스 회로, 전력소자들의 게이트와 중간단 정합회로 사이에 연결된 RC 병렬회로, 및 전력소자들의 게이트와 접지사이에 연결된 션트 저항을 포함하는 전력 증폭단을 포함한다. 따라서, 기존의 피드백회로만을 이용했을 경우보다 저주파수대역에서의 원하지 않는 이득특성과 입력반사손실 특성을 우수하게 설계할 수 있고, 저주파수대역에서의 발진가능성을 완벽하게 차단 할 수 있다.

**【대표도】**

도 2

**【색인어】**

전력 증폭기, 단일칩 초고주파 집적회로, 부케환 회로, 안정도

**【명세서】****【발명의 명칭】**

초고주파 전력 증폭기{Microwave Power Amplifier}

**【도면의 간단한 설명】**

도 1은 종래 기술에 의한 초고주파 전력 증폭기를 설명하기 위한 회로도.

도 2는 본 발명의 바람직한 실시예에 의한 초고주파 전력 증폭기의 구성을 설명하기 위한 회로도.

도 3은 도 1에 의한 초고주파 전력 증폭기의 이득 및 입출력 특성을 나타내는 그래프.

도 4은 도 2에 의한 초고주파 전력 증폭기의 이득 및 입출력 특성을 나타내는 그래프.

도 5는 도 2의 레이아웃을 나타내는 도면.

**<도면의 주요부분에 대한 부호의 설명>**

101, 103, 105, 201, 203, 205 : 게이트 바이어스

102, 104, 106, 202, 204, 206 : 드레인 바이어스

107, 109, 207, 209 : 부궤환 회로

113, 114, 115, 116, 213, 214, 215, 216 : 전력 소자

108, 110, 208, 210 : 중간단 정합회로

111, 211 : 전력 분배기

112, 212 : 전력 결합기

217, 219, 221 : RC 병렬 회로

218, 220, 222 : 션트(shunt) 저항

### 【발명의 상세한 설명】

#### 【발명의 목적】

#### 【발명이 속하는 기술분야 및 그 분야의 종래기술】

- <16> 본 발명은 초고주파 전력 증폭기에 관한 것으로서, 특히 부케환 회로, RC 병렬 회로 그리고 션트 저항을 이용한 초고주파 전력 증폭기에 관한 것이다.
- <17> 밀리미터파(millimeter wave) 대역에서 전력 증폭기의 설계 시, 소자의 특성 때문에 저주파 대역에서 이득이 높게 나타나고 있다. 또한 모델링의 한계 때문에 저주파 대역에서의 발진이 언제나 발생할 가능성을 내포하고 있다.
- <18> 종래에는 증폭 소자의 안정화를 위해 전력 증폭기에서 피드백 회로를 채용하였다. 예를 들어, 2001년 6월에 "Joao Caldinhas Vaz et al."를 저자로 하여 "IEEE Trans. on MTT, Vol 49"에 게재된 "Millimeter-Wave Monolithic Power Amplifier for Mobile Broad-Band Systems"는 60GHz 대역 MBS(Mobile Broad-Band System)에 적용하기 위한 MMIC(microwave monolithic integrated circuit) 전력 증폭기를 개시하고 있다. 이 논문은 0.15um PMHFET를 이용하여 3-스테이지(stage) MMIC 전력증폭기를 싱글 엔디드 타입(single-ended type)과 밸런스 타입(balanced type)의 두 가지로 설계하고, 밀리미터파 트랜지스터의 무조건적인 안정을 획득하기 위하여 RC 피드백 네트워크(feedback network)를 부케환 방식으로 첫 단과 둘째 단 트랜지스터에 대해서 적용하고 있다.

<19> 또한 2000년 12월 23일에 등록된 등록번호 제2000-81018호인 "피드백 회로를 이용한 고주파 전력증폭기 및 그 증폭기 설계방법"은 전력 증폭기를 구성하는 각 단에 피드백 회로를 삽입하여 불안정한 증폭기 소자를 절대안정하게 한 후 전체 전력 증폭기 회로를 구성하고 있다 이는 전체 피드백 고주파 전력 증폭기 회로 상태에서 입력 전력에 대한 출력 전력의 변화에 따른 최대 전력을 나타내는 출력 회로를 구성한 전력 증폭기의 고밀도 초고주파 집적회로 1칩화 설계에 관한 기술이다.

<20> 이하 도 1 및 도 3을 참조하여 종래 기술에 의한 피드백 초고주파 전력 증폭기에 대하여 설명한다.

<21> 도 1은 종래 기술에 의한 피드백 초고주파 전력 증폭기를 설명하기 위한 회로도로써, 게이트 바이어스(101, 103, 105), 드레인 바이어스(102, 104, 106), 부궤환 회로(107, 109), HEMT(High Electron Mobility Transistor) 소자(113, 114, 115, 116), 중간단 정합회로(interstage matching circuit)(108, 110), 전력 분배기(111) 및 전력 결합기(112)로 이루어진다.

<22> 도 1을 참조하면 HEMT 소자(113, 114, 115, 116)를 이용하여 3단 전력 증폭기를 구성하였는데, 첫째단과 둘째단에서 피드백 회로(107, 109)를 이용하여 안정조건을 만족시킬 수 있도록 적용하였고, 단간사이에는 단간정합회로(108, 110)을 이용하여 단간정합을 할 수 있도록 적용하였다. 바이어스는 게이트바이어스(101, 103, 105)와 드레인 바이어스(102, 104, 106)를 각각 분리하여 각 단에 독립적으로 공급할 수 있도록 적용 하였으며, 최종단에서는 전력특성을 향상시키기 위하여 전력 분배기(111)과 전력 결합기(112)을 적용하여 HEMT 소자(115, 116)를 병렬로 사용하였다.

<23> 도 3은 도 1에 의한 피드백 초고주파 전력 증폭기의 이득 및 입출력 특성을 나타내는 그래프이다.

<24> 도 3을 참조하면, 피드백 회로만을 이용하여 증폭기를 설계하였을 경우 안정도 측면에서는 무조건적인 안정조건을 만족할 수 있다. 그러나 부궤환 회로만을 적용 시 저주파수 대역에서의 이득성분 특성(301)과 부궤환 회로만을 적용 시 저주파수 대역에서의 입력반사손실 특성(302)에 나타나는 것처럼 저주파수대역에서의 부정합으로 인하여 언제나 발진을 할 수 있는 가능성을 내포하고 있다고 볼 수 있다. 즉, 상술한 종래 기술에 의한 피드백 회로를 채용한 전력증폭기도 저주파 대역에서의 발진 가능성은 여전히 내포하고 있는 문제가 있다.

#### 【발명이 이루고자 하는 기술적 과제】

<25> 본 발명이 이루고자 하는 기술적 과제는, 부궤환 회로, RC 병렬 회로 그리고 션트 저항을 이용하여 저주파수 대역에서부터 초고주파 대역 까지 전 대역에서 안정한 단일 칩에 의한 초고주파 전력 증폭기를 제공하는데 있다.

#### 【발명의 구성 및 작용】

<26> 상기 과제를 이루기 위해, 본 발명에 의한 초고주파 전력 증폭기는, 전력소자, 전력소자의 게이트 및 드레인 바이어스 회로, 전력소자의 게이트와 입력포트 사이에 연결된 RC 병렬회로, 전력소자의 게이트와 접지사이에 연결된 션트 저항, 및 저항과 캐패시터가 직렬로 연결되며 전력소자와 병렬로 연결된 부궤환 회로를 포함하는 구동 증폭단과, 구동 증폭단에 직렬로 연결된 중간단 정합회로 및 전력 분배기 및 전력 결합 기를 이용해 병렬로 연결된 전력소자들, 전력소자들의 게이트 및 드레인 바이어스 회로,

전력소자들의 게이트와 중간단 정합회로 사이에 연결된 RC 병렬회로, 및 전력소자들의 게이트와 접지사이에 연결된 션트 저항을 포함하는 전력 증폭단을 포함하는 것이 바람직하다.

<27> 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명에 따른 바람직한 실시예를 상세하게 설명하기로 한다. 그러나, 이하의 실시예는 이 기술 분야에서 통상적인 지식을 가진 자에게 본 발명이 충분히 이해되도록 제공되는 것으로서 여러 가지 형태로 변형될 수 있으며, 본 발명의 범위가 다음에 기술되는 실시예에 한정되는 것은 아니다.

<28> 도 2는 본 발명의 바람직한 실시예에 의한 초고주파 전력 증폭기의 구성을 설명하기 위한 회로도로써, 제1 구동 증폭단(220), 제2 구동 증폭단(222) 및 제3 전력 증폭단(224)으로 이루어진다. 본 발명의 바람직한 실시예에 의한 부케환 회로, RC 병렬 회로 그리고 션트(shunt) 저항을 이용한 초고주파 전력 증폭기에 대해서 상세히 설명한다.

<29> 도 2를 참조하면, 부케환 회로, RC 병렬회로 및 션트(shunt) 저항을 이용한 초고주파 전력 증폭기는 구동단인 제1 구동 증폭단(220)과 제2 구동 증폭단(222)에서 광대역 특성과 무조건적인 안정조건을 만족하기 위해서 부케환 회로(207, 209), RC 병렬회로(217, 219) 그리고 션트 저항(218, 220)을 이용하였다. 그리고 전력단인 제3 전력 증폭단(224)에서는 RC 병렬회로(221)와 션트 저항(222)을 이용하여 무조건적인 안정조건을 만족하도록 하였고, 증폭소자(215, 216)를 병렬로 구성한 후 전력 분배기(211)와 전력 결합기(212)를 이용하여 최대출력전력을 얻을

수 있게끔 전력정합으로 구성하였다. 제1 구동 증폭단(220)과 제2 구동 증폭단(222) 사이, 제2 구동 증폭단(222)과 제3 전력 증폭단(224) 사이에는 마이크로스트립 라인(microstrip line)과 오픈 스터브(open stub)를 이용하여 출력부분의 전력정합에 대해 손실 없이 이득이 전달 될 수 있도록 중간단 정합회로(interstage matching circuit)(208,210)를 구성하였다. 중간단 정합회로(208,210)는 각 단 사이의 DC 블로킹을 위해서 캐패시터로 분리될 수 있다.

<30> 제1 구동 증폭단(220)은 신호의 레벨을 증가시키는 전력소자(213), 입력된 신호를 무손실로 전송할 수 있도록 설계한 입력 매칭 회로(201, 217, 218), RC 병렬회로(217), 션트 저항(218), 부케환 회로(207), 게이트 바이어스 회로(201), 드레인 바이어스 회로(202)로 구성된다.

<31> 전력소자(213)는 HEMT (High Electron Mobility Transistor)로 구현될 수 있고, 입력 포트와 전력소자(213)의 게이트 단 사이에 직렬로 RC 병렬 회로(217), 전력소자(213)의 게이트 단과 접지 사이에 션트 저항(218)이 연결되어 있다. 션트 저항(218)은 저항의 양단에 마이크로 스트립 라인으로 연결되고, 접지는 비아 홀(via-hole)로 구성될 수 있다. 션트 저항의 레지스턴스를 변경하고 마이크로 스트립 라인의 길이를 조정함으로써 입력단과의 정합성분을 조절할 수 있다. 그리고 저항과 캐패시터로 구성된 부케환 회로(207)가 전력소자(213)와 병렬로 배치되어 증폭부를 이룬다. 게이트 바이어스(201)와 드레인 바이어스(202)는 각각 독립적으로 바이어스 공급이 가능하도록 분리되어 있으며, 온 웨이퍼(on-wafer) 측정을 가능하도록 200 $\mu$ m 피치(pitch)를 갖는 GPPPGPPG (Ground-Pad-Pad-Pad-Ground-

Pad-Pad-Ground) 타입의 패드가 DC 공급단에 구성되어 있는 것이 바람직하다. 전력소자(213)의 출력단에는 신호 정합을 위한 중간단 정합회로(208)가 배치되어 있다.

<32> 제2 구동 증폭단(222)은 제1 구동증폭단(220)과 중간단 정합회로(208)로 연결되어 있으며, 제1 구동 증폭단(220)과 같은 구조로 구성되어 있다. 즉, 제2 구동 증폭단(222)은 신호의 레벨을 증가시키는 전력소자(214), RC 병렬회로(219), 션트 저항(220), 부케환 회로(209), 게이트 바이어스 회로(203), 드레인 바이어스 회로(204)로 구성된다.

<33> 제2 구동 증폭단의 전력소자(214) 역시 HEMT(High Electron Mobility Transistor)로 구현될 수 있고, 중간단 정합회로(208)와 전력소자(214)의 게이트 단 사이에 직렬로 RC 병렬 회로(219), 전력소자(214)의 게이트 단과 접지 사이에 션트 저항(220)이 연결되어 있다. 션트 저항(220)은 저항의 양단에 마이크로 스트립 라인으로 연결되고, 접지는 비아 홀(via-hole)로 구성될 수 있다. 그리고 저항과 캐패시터로 구성된 부케환 회로(209)가 전력소자(214)와 병렬로 배치되고, 전력소자(214)의 출력단에는 중간단 정합회로(210)가 배치되어 있다. 게이트 바이어스(203)와 드레인 바이어스(204)는 각각 독립적으로 바이어스 공급이 가능하도록 분리되어 있으며, 온 웨이퍼(on-wafer) 측정을 가능하도록 200 $\mu$ m 피치(pitch)를 갖는

GPPPGPPG(Ground-Pad-Pad-Pad-Ground-Pad-Pad-Ground) 타입의 패드가 DC 공급단에 구성되어 있는 것이 바람직하다.

<34> 제3 전력 증폭단(224)은 전단의 제1 구동 증폭단(220)과 제2 구동 증폭단(222)에서 전달된 신호를 증폭시키는 전력 소자(215,216), RC

병렬회로(221), 션트 저항(222), 게이트 바이어스 회로(205), 드레인 바이어스 회로(206), 전력 분배기(211) 및 전력 결합기(212)로 구성된다. 제3 전력 증폭단(224)은 제2 구동 증폭단(222)과 중간단 정합회로(210)로 연결되어 있으며, RC 병렬 회로(221)와 션트 저항(222)을 이용하여 절대 안정화를 시키면서, 전력 분배기(211)와 전력 결합기(212)를 이용하여 입력신호를 손실 없이 분배 시킨 후, 병렬구조의 전력 소자(215, 216)로 증폭하며, 증폭된 출력 신호들을 무손실 결합하여 출력하도록 설계되어 있다.

<35> 도 4는 도 2에 의한 초고주파 전력 증폭기의 이득 및 입출력 특성을 나타내는 그래프이다. 본 발명에서 제시한 도 2의 설계 결과인 도 4의 이득 및 입출력 특성을 살펴보면, 저주파 대역에서의 이득 성분 특성(401)과 저주파 대역에서의 입력 반사 손실 특성(402)에서 보이는 것처럼 저주파수대역을 포함하여 고주파수대역까지 전 대역에서 무조건적인 안정조건을 만족하고 부정합으로 인한 발진 가능성이 완전히 소멸된 것을 확인할 수 있다.

<36> 도 5는 도 2의 레이아웃 도면이다.

<37> 도 5에 도시한 바와 같이, 본 발명에 따른 전력 증폭기 설계는, 제1 구동 증폭단에 입력 포트와 전력 소자의 게이트 단 사이에 직렬로 RC 병렬 회로, 게이트 단과 접지 사이에 저항, 그리고 저항과 캐패시터로 구성된 부케환 회로가 전력 소자와 병렬로 배치되어 있다. 제2 구동 증폭단은 제1 구동 증폭단과 중간단 정합 회로로 연결되어 있으며, 제1 구동 증폭단과 같은 구조로 구성되어 있다. 그리고 마지막 제3 전력 증폭단은 제2 구동 증폭단과 중간단 정합 회로로 연결되어 있으며,

RC 병렬 회로와 션트 저항을 이용하여 절대 안정화를 시키면서, 전력 분배기와 결합기를 이용하여 입력신호를 손실 없이 분배 시킨 후, 병렬구조의 증폭 소자로 증폭하며, 증폭된 출력 신호들을 무손실 결합하여 출력하도록 설계되어 있다. 따라서 하나의 집적회로로 1 칩화 하고 있다.

### 【발명의 효과】

<38> 이상에서 설명한 바와 같이, 본 발명에 의한 초고주파 전력 증폭기는, 부케환 회로와 RC 병렬회로 그리고 션트 저항을 이용하므로, 기존의 피드백회로만을 이용했을 경우 보다 저주파수대역에서의 원하지 않는 이득특성과 입력반사손실 특성을 우수하게 설계할 수 있고, 저주파수대역에서의 발진가능성을 완벽하게 차단 할 수 있다. 그러므로 저주파수대역에서부터 초고주파대역에 이르기까지 전 대역에서 무조건적으로 안정한 특성을 가질 수 있으며, 입력 정합을 용이하게 할 수 있으므로 밀리미터파 대역의 초고주파 집적회로 증폭기 설계에 유용하게 응용할 수 있다.

<39> 이상, 본 발명의 바람직한 실시예를 들어 상세하게 설명하였으나, 본 발명은 상기 실시예에 한정되는 것은 아니며, 본 발명의 기술적 사상의 범위내에서 당 분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의하여 여러 가지 변형이 가능하다.

**【특허청구범위】****【청구항 1】**

전력소자, 상기 전력소자의 게이트 및 드레인 바이어스 회로, 상기 전력소자의 게이트와 입력포트 사이에 연결된 RC 병렬회로, 상기 전력소자의 게이트와 접지사이에 연결된 션트 저항, 및 저항과 캐패시터가 직렬로 연결되며 상기 전력소자와 병렬로 연결된 부케환 회로를 포함하는 구동 증폭단;

상기 구동 증폭단에 직렬로 연결된 중간단 정합회로; 및  
전력 분배기 및 전력 결합기를 이용해 병렬로 연결된 전력소자들, 상기 전력소자들의 게이트 및 드레인 바이어스 회로, 상기 전력소자들의 게이트와 상기 중간단 정합회로 사이에 연결된 RC 병렬회로, 및 상기 전력소자들의 게이트와 접지사이에 연결된 션트 저항을 포함하는 전력 증폭단을 포함하는 것을 특징으로 하는 초고주파 전력 증폭기.

**【청구항 2】**

제1 항에 있어서, 상기 전력소자는 HEMT(High Electron Mobility Transistor)인 것을 특징으로 하는 초고주파 전력 증폭기.

**【청구항 3】**

제1 항에 있어서, 상기 중간단 정합회로는 마이크로스트립 라인(microstrip line)과 오픈 스터브(open stub)를 이용하는 것을 특징으로 하는 초고주파 전력 증폭기.

**【청구항 4】**

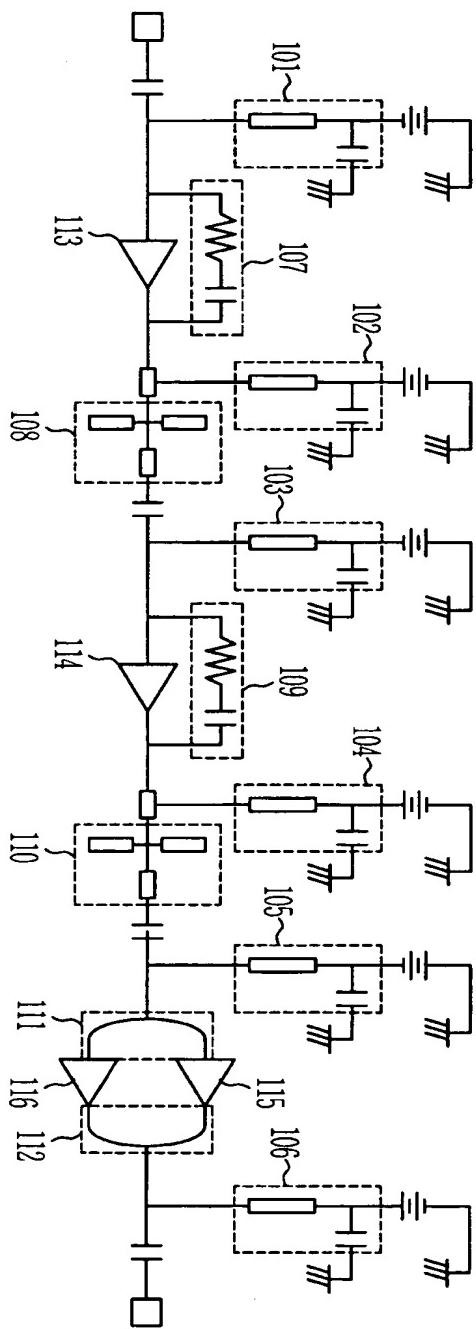
제1 항에 있어서, 상기 션트 저항은 양단에 마이크로 스트립 라인으로 연결되고, 접지는 비아 홀(via-hole)로 구성되는 것을 특징으로 하는 초고주파 전력 증폭기.

【청구항 5】

제1 항에 있어서, 상기 중간단 정합회로와 전력 증폭단 사이에, 제2 구동 증폭단 및 제2 중간단 정합회로를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 초고주파 전력 증폭기.

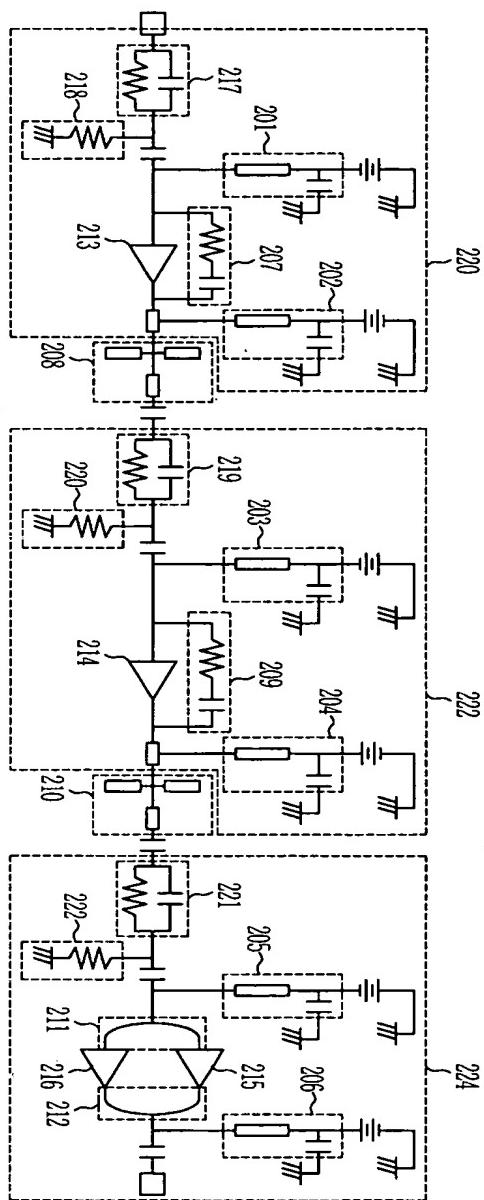
## 【도면】

【도 1】



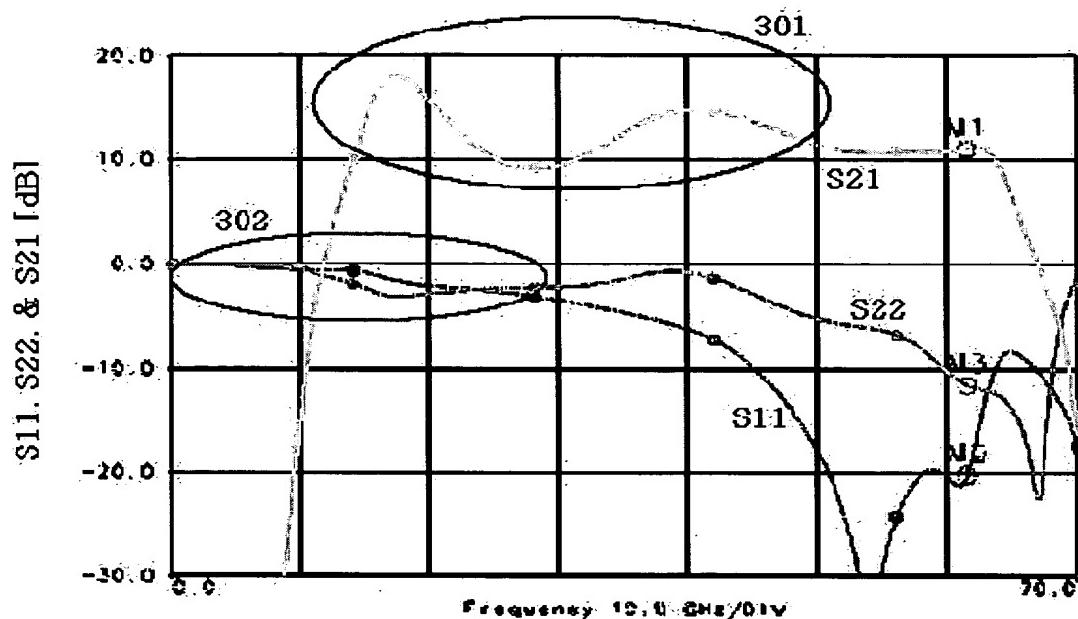
BEST AVAILABLE COPY

【도 2】



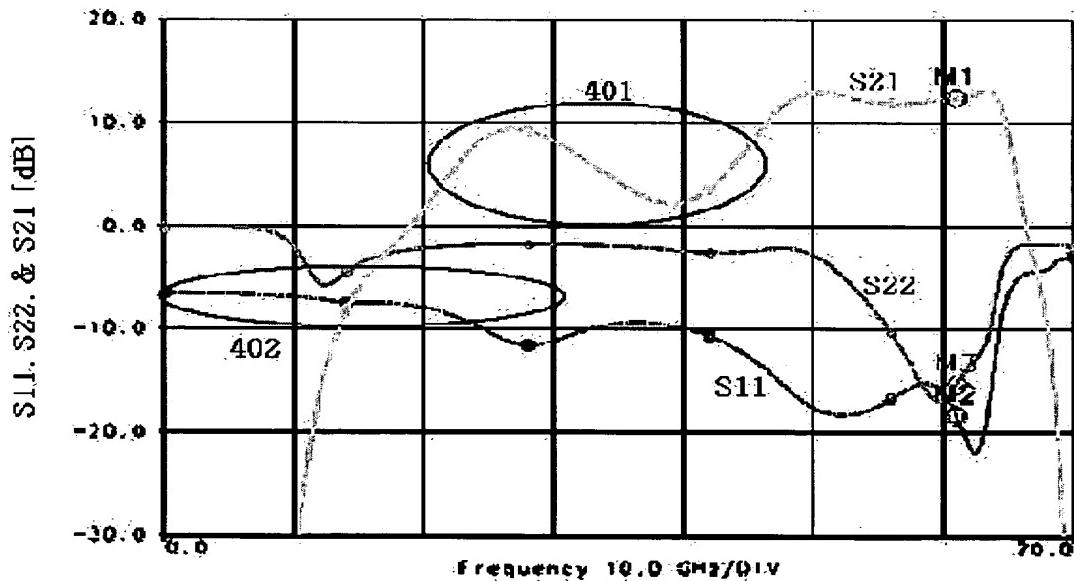
BEST AVAILABLE COPY

【도 3】



M1 Frequency=61.5000000 value=11.1054943  
 M2 Frequency=61.5000000 value=-20.1850457  
 M3 Frequency=61.5000000 value=-11.4841156

【도 4】



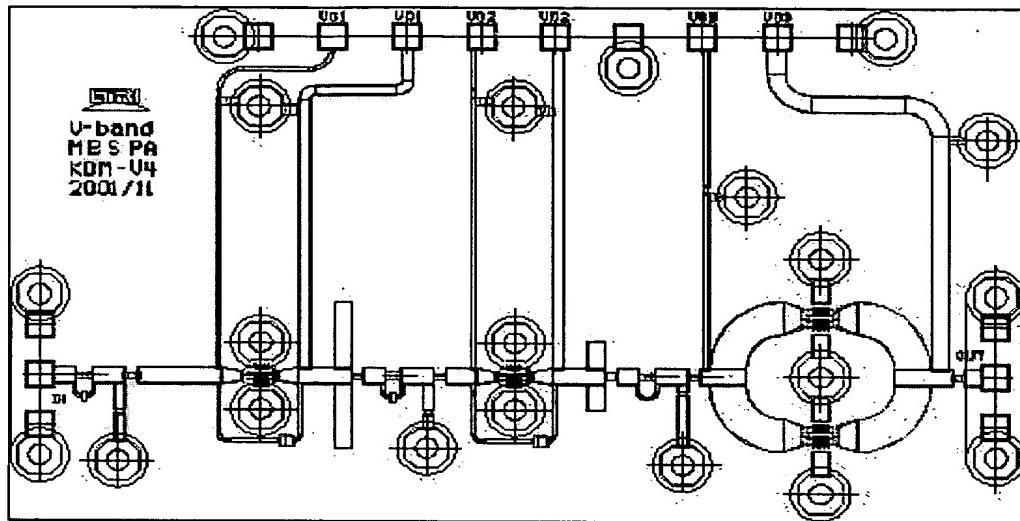
M1 Frequency=61.0000000 value=12.5363448  
 M2 Frequency=61.0000000 value=-18.2241974  
 M3 Frequency=61.0000000 value=-15.2148052

BEST AVAILABLE COPY

1020020081473

출력 일자: 2003/6/3

【도 5】



BEST AVAILABLE COPY